

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6165157号  
(P6165157)

(45) 発行日 平成29年7月19日 (2017.7.19)

(24) 登録日 平成29年6月30日 (2017.6.30)

(51) Int. Cl.	F I		
HO 1 M 4/13 (2010.01)	HO 1 M 4/13		
HO 1 M 4/139 (2010.01)	HO 1 M 4/139		
HO 1 M 4/02 (2006.01)	HO 1 M 4/02	Z	
HO 1 M 4/04 (2006.01)	HO 1 M 4/04	Z	
HO 1 M 4/64 (2006.01)	HO 1 M 4/64	A	

請求項の数 19 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-542227 (P2014-542227)	(73) 特許権者	513003301
(86) (22) 出願日	平成24年11月8日 (2012.11.8)		ジェナックス インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2014-533877 (P2014-533877A)		大韓民国 614-865 プサン プサ
(43) 公表日	平成26年12月15日 (2014.12.15)		ンジン-グ ドンソン-ロ 109 (ジョ
(86) 国際出願番号	PCT/KR2012/009386		ンポードン)
(87) 国際公開番号	W02013/073795	(74) 代理人	110000796
(87) 国際公開日	平成25年5月23日 (2013.5.23)		特許業務法人三枝国際特許事務所
審査請求日	平成26年5月16日 (2014.5.16)	(72) 発明者	キム チャンヒョン
(31) 優先権主張番号	10-2011-0120523		大韓民国 314-923 チュンチョン
(32) 優先日	平成23年11月17日 (2011.11.17)		ナム-ド コンジューシ パンポー-ミョン
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		ボンゴク-リ 494-23
前置審査		(72) 発明者	シン イヒョン
			大韓民国 614-865 プサン ジン
			-グ ジョンポ 2-ドン 192-4

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電極組立体、その製造方法、並びに電池の充電及び放電方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電池用の電極組立体であって、  
 集電体と、  
 前記集電体上に積層された第1電気的活物質層と、  
 前記集電体と接する前記第1電気的活物質層の主面と反対側の他の主面上に、露出する最も上側の層として積層される第1多孔性の導電ネットワーク層であって、前記第1多孔性の導電ネットワーク層と前記第1電気的活物質層の表面との間の機械的結合を確保し、前記電極組立体の内部抵抗を減少させ、前記第1電気的活物質層内に局部的に電界を形成するために、前記第1電気的活物質層の内部に少なくとも一部がはめ込まれた第1多孔性の導電ネットワーク層と、を含み、  
 前記第1多孔性の導電ネットワーク層は、複数の金属長繊維の曲げ、もつれ又は交絡により導電性が与えられており、かつ、不織布構造を有する金属長繊維層を含み、  
 前記金属長繊維層は、セグメント化された複数の金属長繊維を含み、  
 前記複数の金属長繊維の厚さは、1 μmないし10 μmであり、  
 前記複数の金属長繊維は、10 μmないし100 mmの範囲内の平均長さを有し、  
 前記不織布構造が、前記第1電気的活物質層の前記他の主面上に形成された高密度の多孔性の導電ネットワーク層と、前記第1電気的活物質層の内部にはめ込まれた低密度の多孔性の導電ネットワーク層とを含み、  
 積み、曲げ又は巻きにより平面形状から変形されて電池ハウジング内にパッケージング

10

20

されている、ことを特徴とする電池用の電極組立体。

【請求項 2】

前記集電体は、金属ホイル、金属メッシュまたはそれらの組み合わせを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の電池用の電極組立体。

【請求項 3】

前記第 1 多孔性の導電ネットワーク層は、金属発泡体、炭素繊維、又は前記金属発泡体、前記炭素繊維、並びに前記金属長繊維層の組み合わせをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の電池用の電極組立体。

【請求項 4】

前記集電体と前記第 1 電気的活物質層との間に積層され、前記第 1 電気的活物質層の内部に少なくとも一部がはめ込まれた基底多孔性の導電ネットワーク層をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の電池用の電極組立体。

10

【請求項 5】

前記第 1 電気的活物質層と接する前記第 1 多孔性の導電ネットワーク層の主面と反対側の主面上に積層される第 2 電気的活物質層をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の電池用の電極組立体。

【請求項 6】

前記第 1 多孔性の導電ネットワーク層と接する前記第 2 電気的活物質層の主面と反対側の主面上に積層される第 2 多孔性の導電ネットワーク層をさらに含むことを特徴とする請求項 5 に記載の電池用の電極組立体。

20

【請求項 7】

前記第 2 多孔性の導電ネットワーク層は、金属発泡体、炭素繊維、金属長繊維層、及びそれらの組み合わせを含むことを特徴とする請求項 6 に記載の電池用の電極組立体。

【請求項 8】

前記金属長繊維層は、不織布構造を有することを特徴とする請求項 7 に記載の電池用の電極組立体。

【請求項 9】

前記第 1 多孔性の導電ネットワーク層の厚さは、 $0.5 \mu\text{m}$  ないし  $100 \mu\text{m}$  の範囲内であることを特徴とする請求項 1 に記載の電池用の電極組立体。

【請求項 10】

30

電池用の電極組立体の製造方法であって、

集電体を提供する段階と、

前記集電体上に、電気的活物質を含む第 1 スラリー層を提供する段階と、

前記第 1 スラリー層上に、第 1 多孔性の導電ネットワーク層を提供する段階と、

前記第 1 多孔性の導電ネットワーク層が提供された前記第 1 スラリー層を乾燥させる段階と、

前記第 1 多孔性の導電ネットワーク層と前記電気的活物質層の表面との間の機械的結合を確保し、前記電極組立体の内部抵抗を減少させ、前記電気的活物質層内に局部的に電界を形成するために、前記第 1 多孔性の導電ネットワーク層の少なくとも一部が前記第 1 スラリー層の内部にはめ込まれるように加圧する段階と、 を含み、

40

前記第 1 スラリー層の最も上側の表面に配置された前記第 1 多孔性の導電ネットワーク層は、複数の金属長繊維の曲げ、もつれ又は交絡により導電性が与えられており、かつ、不織布構造を有する金属長繊維層を含み、

前記金属長繊維層は、セグメント化された複数の金属長繊維を含み、

前記複数の金属長繊維の厚さは、 $1 \mu\text{m}$  ないし  $10 \mu\text{m}$  であり、

前記複数の金属長繊維は、 $10 \mu\text{m}$  ないし  $100 \text{mm}$  の範囲内の平均長さを有し、

前記不織布構造が、前記第 1 スラリー層の表面に形成された高密度の多孔性の導電ネットワーク層と、前記第 1 スラリー層の内部にはめ込まれた低密度の多孔性の導電ネットワーク層とを含み、

前記電極組立体が、積み、曲げ又は巻きにより平面形状から変形されて電池ハウジング

50

内にパッケージングされている、ことを特徴とする電池用の電極組立体の製造方法。

【請求項 1 1】

前記第 1 スラリー層を提供する段階の前に、前記集電体上に、基底多孔性の導電ネットワーク層を提供する段階をさらに含むことを特徴とする請求項 1 0 に記載の電池用の電極組立体の製造方法。

【請求項 1 2】

前記第 1 スラリー層を乾燥させる段階の前に、前記第 1 多孔性の導電ネットワーク層上に、電気的活物質を含む第 2 スラリー層を塗布する段階と、

前記第 1 スラリー層を乾燥させると共に、前記第 2 スラリー層を乾燥させる段階と、をさらに含み、

前記加圧する段階において、前記第 1 多孔性の導電ネットワーク層の他の少なくとも一部が前記第 2 スラリー層の内部にはめ込まれることを特徴とする請求項 1 0 に記載の電池用の電極組立体の製造方法。

【請求項 1 3】

前記第 1 スラリー層を乾燥させると共に、前記第 2 スラリー層を乾燥させる段階の前に、前記第 2 スラリー層上に、第 2 多孔性の導電ネットワーク層を提供する段階をさらに含み、

前記加圧する段階において、前記第 2 多孔性の導電ネットワーク層の少なくとも一部が前記第 2 スラリー層の内部にはめ込まれることを特徴とする請求項 1 2 に記載の電池用の電極組立体の製造方法。

【請求項 1 4】

前記第 1 多孔性の導電ネットワーク層の少なくとも一部が前記第 1 スラリー層の内部にはめ込まれるように加圧する段階の後に、前記第 1 多孔性の導電ネットワーク層上に第 2 スラリー層を提供する段階と、

前記第 2 スラリー層上に、第 2 多孔性の導電ネットワーク層を提供する段階と、

前記第 2 スラリー層を乾燥させる段階と、

前記第 2 多孔性の導電ネットワーク層の少なくとも一部が前記第 2 スラリー層の内部にはめ込まれるように加圧する段階と、をさらに含むことを特徴とする請求項 1 0 に記載の電池用の電極組立体の製造方法。

【請求項 1 5】

前記集電体は、金属ホイル、金属メッシュまたはそれらの組み合わせを含むことを特徴とする請求項 1 0 に記載の電池用の電極組立体の製造方法。

【請求項 1 6】

前記第 1 多孔性の導電ネットワーク層は、金属発泡体、炭素繊維、又は前記金属発泡体、前記炭素繊維、並びに前記金属長繊維層の組み合わせをさらに含むことを特徴とする請求項 1 0 に記載の電池用の電極組立体の製造方法。

【請求項 1 7】

前記第 1 多孔性の導電ネットワーク層を提供する段階は、前記第 1 スラリー層に電場または磁場が印加された状態で行われることを特徴とする請求項 1 0 に記載の電池用の電極組立体の製造方法。

【請求項 1 8】

第 1 充電 C - r a t e で電池が有する公称容量の一部容量を充電する段階、及び

前記第 1 充電 C - r a t e よりも低い第 2 充電 C - r a t e で前記電池の残留容量を充電する段階、または

第 1 放電 C - r a t e で前記電池が有する公称容量の一部容量を放電する段階、及び

前記第 1 放電 C - r a t e よりも低い第 2 放電 C - r a t e で前記電池の残留容量を放電する段階を含み、

前記電池は、請求項 1 に記載の電池用の電極組立体を含む電池であることを特徴とする電池の充電または放電方法。

【請求項 1 9】

10

20

30

40

50

前記充電または放電方法は、スマートグリッドに結合されて行われることを特徴とする請求項 18 に記載の電池の充電または放電方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電池の技術に係り、より詳しくは、電極組立体、その製造方法、並びに電池の充電及び放電方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体製造技術及び通信技術の発達に伴う携帯用電子装置に関する産業が成長しており、環境保存及び資源の枯渇による代替エネルギーの開発要求が先鋭化するにつれて、電池に関する技術が活発に研究されている。電池は、一定の寿命の間、一回のみ使用が可能な一次電池と、再充電を通じて繰り返し使用が可能な二次電池とに分けられる。電池の原料として、リチウムは、自然界に知られた金属のうち最も軽く、標準還元電位が最も低いので、電池の製造時にエネルギー密度が高だけでなく、高電圧が得られるというメリットがある。それによって、前記リチウムを用いた一次電池及び二次電池に関する研究は、大きく注目されている。

10

【0003】

一次電池は、携帯用電子装置の主電源やバックアップ用電源に主に使われており、二次電池は、携帯電話、ノートパソコン、移動型ディスプレイのような小型装置用電池から、電気自動車用のバッテリー及びハイブリッド自動車に適用される中大型電池に達するまで、その適用分野が次第に拡大している。

20

【0004】

それらの電池は、基本的に重量と体積が小さく、エネルギー密度が高く、かつ優秀な充放電速度、充放電効率及びサイクル特性を有するだけでなく、高い安定性及び経済性を取り揃えることが要求される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明が解決しようとする課題は、エネルギー密度が高だけでなく、充放電効率、充放電速度及びサイクル特性に優れた電池に適用可能な電極組立体を提供することにある。

30

【0006】

本発明が解決しようとする他の課題は、上述のメリットを有する電極組立体を容易に製造できる製造方法を提供することにある。

【0007】

本発明が解決しようとするさらに他の課題は、上述のメリットを有する電極組立体を用いた充電または放電方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題を解決するための本発明の一実施形態による電極組立体は、集電体と、前記集電体上に積層された第1電気的活物質層と、前記集電体と接する前記第1電気的活物質層の主面と反対側の主面上に積層され、前記第1電気的活物質層の内部に少なくとも一部がはめ込まれた第1多孔性の導電ネットワーク層と、を含む。

40

【0009】

一部の実施形態において、前記集電体は、金属ホイル、金属メッシュまたはそれらの組み合わせを含む。また、前記第1多孔性の導電ネットワーク層は、金属発泡体、炭素繊維、金属長繊維層、及びそれらの組み合わせを含む。また、前記金属長繊維層は、不織布構造を有する。

【0010】

前記電極組立体は、前記集電体と前記第1電気的活物質層との間に積層され、前記第1電

50

氣的活物質層の内部に少なくとも一部がはめ込まれた基底多孔性の導電ネットワーク層をさらに含んでもよい。また、前記電池は、前記第1電氣的活物質層と接する前記第1多孔性の導電ネットワーク層の主面と反対側の主面上に積層される第2電氣的活物質層をさらに含んでもよい。この場合、前記電池は、前記第1多孔性の導電ネットワーク層と接する前記第2電氣的活物質層の主面と反対側の主面上に積層される第2多孔性の導電ネットワーク層をさらに含んでもよい。

【0011】

一部の実施形態において、前記第2多孔性の導電ネットワーク層は、金属発泡体、炭素繊維、金属長繊維層、及びそれらの組み合わせを含む。また、前記金属長繊維層は、不織布構造を有する。

10

【0012】

一部の実施形態において、前記第1多孔性の導電ネットワーク層の厚さは、 $0.5\ \mu\text{m}$ ないし $100\ \mu\text{m}$ の範囲内である。また、前記金属長繊維層は、セグメント化された複数の金属長繊維を含み、前記複数の金属長繊維は、 $10\ \mu\text{m}$ ないし $100\ \text{mm}$ の範囲内の長さを有する。

【0013】

前記他の課題を解決するための本発明の一実施形態による電極組立体の製造方法は、集電体を提供する段階と、前記集電体上に、電氣的活物質を含む第1スラリー層を提供する段階と、前記第1スラリー層上に、第1多孔性の導電ネットワーク層を提供する段階と、前記第1多孔性の導電ネットワーク層が提供された前記第1スラリー層を乾燥させる段階と、前記第1多孔性の導電ネットワーク層の少なくとも一部が前記第1スラリー層の内部にはめ込まれるように加圧する段階と、を含む。

20

【0014】

一部の実施形態において、前記第1スラリー層を提供する段階の前に、前記集電体上に基底多孔性の導電ネットワーク層を提供する段階をさらに含んでもよい。また、前記第1スラリー層を乾燥させる段階の前に、前記第1多孔性の導電ネットワーク層上に、電氣的活物質を含む第2スラリー層を塗布する段階と、前記第1スラリー層を乾燥させると共に、前記第2スラリー層を乾燥させる段階とをさらに含み、前記加圧する段階において、前記第1金属長繊維層の他の少なくとも一部が前記第2スラリー層の内部にはめ込まれる。

【0015】

他の実施形態において、前記第1スラリー層を乾燥させると共に、前記第2スラリー層を乾燥させる段階の前に、前記第2スラリー層上に、第2多孔性の導電ネットワーク層を提供する段階をさらに含んでもよい。この場合、前記加圧する段階において、前記第2多孔性の導電ネットワーク層の少なくとも一部が前記第2スラリー層の内部にはめ込まれる。

30

【0016】

前記第1多孔性の導電ネットワーク層の少なくとも一部が前記第1スラリー層の内部にはめ込まれるように加圧する段階の後に、前記第1多孔性の導電ネットワーク層上に第2スラリー層を提供する段階をさらに含む。また、前記第2スラリー層上に、第2多孔性の導電ネットワーク層を提供する段階と、前記第2スラリー層を乾燥させる段階と、前記第2多孔性の導電ネットワーク層の少なくとも一部が前記第2スラリー層の内部にはめ込まれるように加圧する段階と、をさらに含んでもよい。

40

【0017】

一部の実施形態において、前記第1多孔性の導電ネットワーク層を提供する段階は、前記第1多孔性の導電ネットワーク層に電場または磁場が印加された状態で行われる。この場合、前記磁場を印加するために、電磁石または永久磁石が使われる。または、多孔性の導電ネットワークを構成する繊維体を荷電させ、この場合、電場が印加される。

【0018】

前記さらに他の課題を解決するための本発明の一実施形態による電池の充電または放電方法は、第1充電C-rateで電池が有する公称容量の一部容量を充電する段階、及び前記第1充電C-rateよりも低い第2充電C-rateで前記電池の残留容量を充電す

50

る段階、または第1放電C - r a t eで前記電池が有する公称容量の一部容量を放電する段階、及び前記第1放電C - r a t eよりも低い第2放電C - r a t eで前記電池の残留容量を放電する段階を含む。

【0019】

前記充電または放電方法は、スマートグリッドに結合されて行われる。前記電池は、上述の電極組立体を含む電池である。

【発明の効果】

【0020】

本発明の一実施形態によれば、集電体と多孔性の導電ネットワーク層との間に電氣的活物質層が配置され、電氣的活物質層の充電及び放電速度、並びにその効率が向上するだけでなく、前記多孔性の導電ネットワーク層は容易に変形するので、電池の動作時に電氣的活物質層の体積変化による電池内の応力を緩和させることができ、それによって、充放電サイクルによる非可逆性が減少または除去される電極組立体が提供される。

10

【0021】

また、本発明の他の実施形態によれば、ラミネーションまたはコーティングのような単純な積層工程と加圧工程だけで上述のメリットを有する電極組立体を製造できるので、生産性の向上と設備の単純化ができる電極組立体の製造方法が提供される。

【0022】

また、本発明のさらに他の実施形態によれば、充電C - r a t eを減少させつつ、複数回に分けて残留容量を充電したり、放電C - r a t eを減少させつつ、複数回に分けて残留容量を放電することで、公称容量に最大限近接した値を有するように充電または放電しつつも、充放電所要時間を短縮できる。当該充電方法は、ソフトウェア的に、ハードウェア的に、またはそれらが組み合わせられて達成され、上述の電池運用システムを通じて具現される。

20

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の一実施形態による電極組立体を示す断面図である。

【図2A】図1に示した本発明の一実施形態による電極組立体、及び多孔性の導電ネットワーク層が存在せず、集電体と電氣的活物質層とからなる比較例による電極組立体の充電特性を示すグラフである。

30

【図2B】本発明の一実施形態による電極組立体、及び前記比較例による電極組立体の放電特性を示すグラフである。

【図3A】本発明の一実施形態による電極組立体の製造方法を示す断面図である。

【図3B】本発明の一実施形態による電極組立体の製造方法を示す断面図である。

【図3C】本発明の一実施形態による電極組立体の製造方法を示す断面図である。

【図3D】本発明の一実施形態による電極組立体の製造方法を示す断面図である。

【図4A】本発明の他の実施形態による電極組立体を示す断面図である。

【図4B】図4Aに示した本発明の他の実施形態による電極組立体の製造方法を示す断面図である。

40

【図5】本発明のさらに他の実施形態による電極組立体を示す断面図である。

【図6】本発明の一実施形態による電極組立体を用いた電池を示す分解図である。

【図7】本発明の一実施形態による充電方法を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、添付された図面を参照して、本発明の望ましい実施形態を詳細に説明する。

【0025】

本発明の実施形態は、当業者に本発明をさらに完全に説明するために提供されるものであり、下記の実施形態は、色々な他の形態に変形可能であり、本発明の範囲が下記の実施形態に限定されるものではない。かえって、それらの実施形態は、本開示をさらに充実かつ完全にし、当業者に本発明の思想を完全に伝達するために提供されるものである。

50

## 【0026】

また、以下の図面において、各層の厚さやサイズは、説明の便宜及び明確性のために誇張されたものであり、図面上で、同じ符号は同じ要素を指す。本明細書で使われたように、用語“及び/または”は、当該列挙された項目のうちいずれか一つ、及び一つ以上の全ての組み合わせを含む。

## 【0027】

本明細書で使われた用語は、特定の実施形態を説明するために使われ、本発明を制限するためのものではない。本明細書で使われたように、単数の形態は、文脈上明確に取り立てて指摘するものでなければ、複数の形態を含む。また、本明細書で使われる場合、“含む(comprise)”及び/または“含んだ(comprising)”は、言及した形状、数字、段階、動作、部材、要素及び/またはそれらのグループの存在を特定するものであり、一つ以上の他の形状、数字、動作、部材、要素及び/またはグループの存在または付加を排除するものではない。

10

## 【0028】

本明細書において、第1、第2などの用語は、多様な部材、部品、領域、層及び/または部分を説明するために使われるが、それらの部材、部品、領域、層及び/または部分は、それらの用語によって限定されてはならない。それらの用語は、一つの部材、部品、領域、層または部分を、他の領域、層または部分と区別するためにのみ使われる。したがって、後述する第1部材、部品、領域、層または部分は、本発明の思想から逸脱しない範囲内で、第2部材、部品、領域、層または部分を指す。

20

## 【0029】

本明細書で使われる多孔性の導電ネットワーク層とは、一次元的な導電経路からなる導電性ネットワークと前記導電経路との空間によって定義される気孔を有する構造体を指す。前記多孔性の導電ネットワーク層は、可塑性及び電気伝導性を有し、本発明は、それについての特徴及びメリットに関するものである。

## 【0030】

また、本明細書で使われる金属長繊維は、ステンレス鋼、アルミニウム、ニッケル、チタン及び銅、またはそれらの合金のような金属を繊維化して製造されたものであって、例えば、数 $\mu\text{m}$ ないし数十 $\mu\text{m}$ の直径を有し、かつ数十 $\mu\text{m}$ 以上の長さを有する金属糸を指す。前記金属長繊維は、金属の耐熱性、可塑性及び電気伝導性を有し、かつ繊維特有の織造及び不織布の加工工程が可能であるというメリットを共に有する。本発明は、当該金属長繊維のメリットを、電池の電極構造に適用した特徴及びメリットに関するものである。

30

## 【0031】

前記金属長繊維は、好適な容器内で金属または合金を溶湯状態に保持し、圧縮ガスまたはピストンのような加圧装置を用いて、容器の射出孔を通じて、前記溶湯を大気中に噴出させて急凝固させることによって製造される。または、金属長繊維は、公知の集束引抜法によって製造される。前記射出孔の個数、サイズ及び/または射出された熔融金属の飛上を制御することで、金属長繊維の厚さ、均一度、不織布のような組織及びその縦横比を制御できる。本発明の電池を構成する金属長繊維は、上述の製造方法だけでなく、他の公知の製造方法による金属長繊維を含み、本発明は、これによって限定されるものではない。

40

## 【0032】

本明細書で使われる‘分離膜’という用語は、前記分離膜と親和性の少ない液体電解質を使用する液体電解質電池において一般的に通用する分離膜を含む。さらに、本明細書で使われる‘分離膜’は、電解質が分離膜に強く束縛され、電解質と分離膜とが同一なものと認識される真性固体ポリマー電解質、及び/またはゲル固体ポリマー電解質を含む。したがって、前記分離膜は、本明細書で定義するところによって、その意味が定義されなければならない。

## 【0033】

図1は、本発明の一実施形態による電極組立体100を示す断面図である。

## 【0034】

50

図1を参照すれば、電極組立体100は、集電体10と、集電体10上の電気的活物質層20と、集電体10に接する電気的活物質層20の主面と反対側の主面上に積層される三次元多孔性の導電ネットワーク層30とを含む。集電体10は、二次元構造を有する金属ホイルまたは金属メッシュであり、望ましくは、三次元多孔性の導電ネットワーク層30に対して、連続的な対向面積を有する金属ホイルである。集電体10は、電極組立体100の極性によって、アルミニウムまたは銅を含み、それらは、例示的であり、他の公知の金属またはその合金を含んでもよい。

【0035】

集電体10上の電気的活物質層20は、電気的活物質粒子と、結着材とを含む。前記電気的活物質は、 $0.1\ \mu\text{m}$ ないし $100\ \mu\text{m}$ の平均サイズを有する粒子である。必要に応じて、前記電気的活物質は、分給工程によって、粒度分布が制御されもする。

10

【0036】

前記電気的活物質は、電極組立体100の極性と、一次電池であるか二次電池であるかによって適切に選択される。例えば、カソード用の電気的活物質は、リチウム、ニッケル、コバルト、クロム、マグネシウム、ストロンチウム、バナジウム、ランタン、セリウム、鉄、カドミウム、鉛、チタン、モリブデン、またはマンガンを含む二成分系以上の酸化物、リン酸塩、硫化物、フッ化物、またはそれらの組み合わせから選択される。しかし、それらは例示的であり、前記カソード用の電気的活物質は、他のカルコゲン化合物で形成されてもよい。望ましくは、前記カソード用の電気的活物質は、リチウム二次電池用に適しているコバルト、銅、ニッケル、マンガン、チタン及びモリブデンのうち少なくとも二つ以上を含み、O, F, S, P及びそれらの組み合わせからなる群から選択された少なくとも一つ以上の非金属元素を含む、例えば、 $\text{Li}[\text{Ni}, \text{Mn}, \text{Co}]\text{O}_2$ のような三成分系以上の化合物である。

20

【0037】

アノード用の電気的活物質は、例えば、低結晶性炭素または高結晶性炭素のような炭素系材料である。前記低結晶性炭素は、例えば、軟化炭素または硬化炭素である。前記高結晶性炭素は、例えば、天然黒鉛、キッシュ黒鉛、熱分解炭素、液晶ピッチ系炭素繊維、炭素微小球体、中間相ピッチ、石油または石炭系コークスのような高温焼成炭素である。それらは例示的であり、ダイヤモンド類及びカービン類の他の炭素系材料が適用されてもよい。

30

【0038】

他の実施形態において、上述の炭素系材料の代わりに、リチウム粉末を使用することもできる。または、炭素系材料と共に、非炭素系活物質として、NaS電池に適しているナトリウム、または他の酸化物、炭化物、窒化物、硫化物、リン化物、セレン化物及びテルル化物のうち少なくとももいづれか一つを含んでもよい。または、負極の高容量化のために、高いリチウムイオンの吸張及び放出能を有するシリコン、ゲルマニウム、スズ、鉛、アンチモン、ビスマス、亜鉛、アルミニウム、鉄及びカドミウムのような単原子系、それらの金属間化合物、または酸化物系材料のような非炭素系活物質が使われてもよい。

【0039】

さらに他の実施形態において、高効率のLiインターカレーション物質であるシリコン(Si)、ビスマス(Bi)、スズ(Sn)、アルミニウム(Al)またはそれらの合金のような高容量の高い体積変化量を有する金属系、またはそれらの金属間化合物を含む電気的活物質が使われてもよい。

40

【0040】

一部の実施形態において、粒子状の電気的活物質間の束縛のために、結着材が電気的活物質層20内に添加される。前記結着材は、例えば、フッ化ビニリデン・ヘキサフルオロプロピレンコポリマー(PVdF-co-HFP)、ポリフッ化ビニリデン(PVdF)、ポリアクリロニトリル、ポリメチルメタクリレート、ポリテトラフッ化エチレン(PTFE)、スチレンブタジエンゴム(SBR)、ポリイミド、ポリウレタン系ポリマー、ポリエステル系ポリマー、及びエチレンプロピレンジエン共重合体(EPDM)のようなポリ

50

マー系材料である。必要に応じて、前記結着材は、導電性を有する他のポリマー系材料、石油ピッチ、コールタールであってもよい。本発明は、それらに限定されるものではなく、前記結着材は、電解質に溶解されず、電気化学的な環境下で所定の結合力を有し、かつ安定性を有する材料であればよい。

#### 【0041】

前記結着材は、前記電気的活物質と前記結着材の混合総量に対して、約0.5ないし5%の重量比で添加される。前記結着材は、製造工程の面で通常有機溶媒または水を分散媒体として使用するので、その乾燥のための時間がかかり、乾燥後にも電気的活物質に残留して、電池のサイクル特性を低下させる恐れがある。また、結着材は不導体であるので、その使用は制限されることが望ましい。本実施形態による電極組立体100内では、粒子状の電気的活物質が集電体10と三次元多孔性の導電ネットワーク層30との間に強く束縛されているので、前記結着材の使用を最小化することができる。

10

#### 【0042】

一部の実施形態において、特にカソード用の電気的活物質の場合、電気的活物質層20内に、上述の電気的活物質及び結着材と共に、導電材がさらに外添される。前記導電材は、前記電気的活物質と均一に混合され、集電体10上に提供される。前記導電材は、電気的活物質、結着材及び導電材の混合総量に対して、約1%ないし15%の重量比で添加される。前記導電材は、例えば、カーボンブラック、アセチレンブラック、ケッチェンブラック、超微細グラファイト粒子のようなファインカーボン、ナノ金属粒子ペースト、またはITO(indium tin oxide)ペーストまたは炭素ナノチューブのような比表面積が大きく、抵抗が低いナノ構造体であってもよい。

20

#### 【0043】

多孔性の導電ネットワーク層30は、金属発泡体、金属長繊維層、炭素繊維またはそれらの組み合わせからなる導電性ネットワーク層であり、望ましくは、金属長繊維層または炭素繊維などの導電性繊維層であり、より望ましくは、金属長繊維層である。電気的活物質層20上に配置される多孔性の導電ネットワーク層30の一部または全部は、後述する加圧工程によって、電気的活物質層20の内部にはめ込まれる。多孔性の導電ネットワーク層30の一部が電気的活物質層20にはめ込まれた場合、電気的活物質層20の表面上には、高密度の多孔性の導電ネットワーク層30Aが存在し、多孔性の導電ネットワーク層30のはめ込まれた一部は、電気的活物質層20内の電気的活物質、結着材及び他の外添材と混合され、低密度の多孔性の導電ネットワーク層30Bを提供する。このように、多孔性の導電ネットワーク層30の少なくとも一部が電気的活物質層20にはめ込まれることで、多孔性の導電ネットワーク層30と電気的活物質層20の機械的結合が確保される。

30

#### 【0044】

多孔性の導電ネットワーク層30が金属長繊維層からなる場合、前記金属長繊維層は、複数の金属長繊維で形成された不織布構造を有する。前記金属長繊維は、ステンレス鋼、アルミニウム、ニッケル、チタン及び銅またはそれらの合金のうちいずれか一つ、またはそれらの組み合わせを含む。前記不織布構造は、複数の金属長繊維の繊維的性質を用いて、前記金属長繊維が曲がったり、互いにもつれたり、交絡工程により形成された三次元多孔性の繊維構造体を形成する。かかる点において、導電経路を提供する一次元線形構造が互いに分離されないように、化学的にまたは一体に形成された前記金属発泡体は、互いにもつれたり、交絡を有する金属長繊維層とは区別される。

40

#### 【0045】

前記金属長繊維は、セグメント化されたものであり、セグメント化された前記金属長繊維の平均長さは、10 $\mu$ mないし100mmの範囲内である。また、前記金属長繊維は、1 $\mu$ mないし50 $\mu$ mの範囲内の厚さを有する。前記金属長繊維の厚さが1 $\mu$ m以下である場合は、金属長繊維を用いた成形と、金属長繊維の人為的な配列が困難であるので、加工性を確保することが困難である。また、前記金属長繊維の厚さが100 $\mu$ m以上である場合は、電気的活物質層内にはめ込むことが困難である。その結果、後述する電圧分割効果

50

が低下する。また、前記金属長繊維の強度が高くなり、電池のパッケージング段階において、電極組立体の加工性が低下する。望ましくは、前記金属長繊維は、 $1\ \mu\text{m}$ ないし $10\ \mu\text{m}$ の厚さを有する。

【0046】

前記電気的活物質層20の厚さは、電気的活物質の粒子サイズに依存し、好適な容量を有するように、 $20\ \mu\text{m}$ ないし $400\ \mu\text{m}$ の厚さを有する。また、多孔性の導電ネットワーク層30の厚さは、 $0.5\ \mu\text{m}$ ないし $100\ \mu\text{m}$ であり、望ましくは、 $10\ \mu\text{m}$ ないし $40\ \mu\text{m}$ である。多孔性の導電ネットワーク層30の厚さは、電池の体積を増大させる要因となるので、エネルギー密度の面で上述の範囲内に制限される。

【0047】

図2Aは、図1に示した本発明の一実施形態による電極組立体100、及び多孔性の導電ネットワーク層30が存在せず、集電体10と電気的活物質層20とからなる比較例による電極組立体の充電特性を示すグラフであり、図2Bは、本発明の一実施形態による電極組立体100、及び前記比較例による電極組立体の放電特性を示すグラフである。それらのグラフにおいて、曲線R1は、図1の電極組立体100に対する測定値を示し、曲線R2は、比較例による電極組立体に対する測定値を示す。

【0048】

評価のための前記電極組立体において、正極活物質としてリチウムリン酸鉄が使われ、前記リチウムリン酸鉄をN-メチルピロリドン(NMP)溶媒に分散させ、スラリーを製造した。次いで、アルミニウムホイルの上に前記スラリーをコーティングして、正極組立体を製造した。適用された活物質層の厚さは、二つの試料の両方が約 $40\ \mu\text{m}$ と同一であり、本発明の実施形態による金属長繊維層を用いた多孔性の導電ネットワーク層は、約 $10\ \mu\text{m}$ の厚さに形成した。製造された試料の電池は負極であって、リチウム金属が使われた半分電池である。

【0049】

図2Aを参照すれば、本発明の一実施形態による電極組立体を使用した電池(曲線R1)では、充電速度が速くなるにつれて、容量が緩やかに減少し、充電速度が $40\ \text{C-rate}$ でも公称容量の40%以上を維持する。しかし、比較例による電極組立体を使用した電池(曲線R2)では、充電速度が速くなるほど、容量が急激に減少し、充電速度が $40\ \text{C-rate}$ ではほとんど充電されない。

【0050】

図2Bを参照すれば、図2Aと同様に、本発明の一実施形態による電極組立体を使用した電池(曲線R1)では、放電速度が速くなるにつれて、容量が緩やかに減少する特性を表す。しかし、比較例による電極組立体を使用した電池(曲線R2)では、放電速度が速くなるほど、容量が急激に減少し、放電速度が $50\ \text{C-rate}$ 以上ではほとんど放電が起らない。

【0051】

一般に、電動工具に使われる電池は、通常約 $10\ \text{C-rate}$ の出力特性を要求しており、ハイブリッド電気自動車(HEV)の場合、性能によって、約 $40\ \text{C-rate}$ の出力特性を要求している。本発明の実施形態によれば、かかる要求に応じて、高出力が要求される電子機器や動力装置において、高い出力特性が得られるということが分かる。また、図2Aの $40\ \text{C-rate}$ の場合を参照すれば、本発明の実施形態によれば、高容量の電池を水分内に40%以上を充電できるということが分かる。一般に、活物質の厚さを薄くすれば、電極の抵抗やリチウムイオンの抵抗が低く、律速特性が向上する。しかし、この場合、活物質の量が減少し、電池の容量も減少する。しかし、本発明の実施形態によれば、活物質の厚さを縮めなくても、律速特性を向上するというメリットがある。当該メリットは、集電体10と電気的活物質層とを挟んで、多孔性の導電ネットワーク層が中間電極として機能して、電極組立体内で電圧分割効果を提供するためであるものと推測される。また、それは、多孔性の導電ネットワーク層により、電極組立体の内部抵抗が効果的に減少したことに起因することもある。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 2 】

多孔性の導電ネットワーク層 3 0 が不織布構造を有する金属長繊維層である場合、前記金属長繊維層を構成するワイヤのうち一部が電気的活物質層 2 0 の内部に取り込まれ、それによって、電極組立体 1 0 0 の内部抵抗が減少するだけでなく、電気的活物質層 2 0 内に局部的に強い電界が形成される。当該強い電界は、電極組立体の充放電速度と効率を向上させるのに寄与する。

## 【 0 0 5 3 】

図 3 A ないし図 3 D は、本発明の一実施形態による電極組立体の製造方法を示す断面図である。

## 【 0 0 5 4 】

図 3 A を参照すれば、集電体 1 0 を用意する。集電体 1 0 は、例えば、上述の金属ホイールまたは金属メッシュである。図 3 B を参照すれば、集電体 1 0 上に、電気的活物質、結着材、選択的には導電材及び好適な溶媒を含むスラリー層 2 0 L を塗布する。

## 【 0 0 5 5 】

図 3 C を参照すれば、次いで、スラリー層 2 0 L 上に、多孔性の導電ネットワーク層 3 0 L を形成する。多孔性の導電ネットワーク層 3 0 L は、金属発泡体、炭素繊維、金属長繊維層、または炭素繊維と金属長繊維の混合物などのそれらの組み合わせ構造を含む。前記金属長繊維層は、複数の金属長繊維からなる不織布構造を有する。一部の実施形態において、前記金属発泡体または金属長繊維層は、回転ロールに巻き取られている形態に提供され、スラリー層 2 0 L が乾燥される前に、前記回転ロールを解きつつ、前記金属発泡体または金属長繊維層を電気的活物質層 2 0 L 上にラミネーティングする。

## 【 0 0 5 6 】

他の実施形態において、スラリー層 2 0 L 上に、複数の金属長繊維を無秩序に展開して、多孔性の導電ネットワーク層 3 0 L を提供することもできる。例えば、エアースプレーまたはコロナガンのような噴射装置を用いて、ウェットまたはドライによりスラリー層 2 0 L 上に金属長繊維または炭素繊維を無秩序に塗布する。その時、電磁石または永久磁石を用いて、スラリー層 2 0 L に磁場を印加したり、前記繊維体を荷電させた後、スラリー層 2 0 L に電場を印加することで、前記繊維体がスラリー層 2 0 L にはめ込まれたり、載置されたりすることに助けとなる。

## 【 0 0 5 7 】

次いで、多孔性の導電ネットワーク層 3 0 L を含む前記結果物を乾燥させる。乾燥工程は、熱風、自然乾燥、真空乾燥などにより行われる。

## 【 0 0 5 8 】

図 3 D を参照すれば、スラリー層 2 0 L が乾燥された後、ロールプレスのような加圧器を用いて、前記結果物を加圧することで、多孔性の導電ネットワーク層 3 0 の少なくとも一部を、電気的活物質層 2 0 の内部にはめ込める。多孔性の導電ネットワーク層 3 0 の一部のみが電気的活物質層 2 0 の内部にはめ込まれた場合、多孔性の導電ネットワーク層 3 0 の電気的活物質層 2 0 の表面上に残っている部分は、高密度の多孔性の導電ネットワーク層 3 0 A となる。これと異なり、多孔性の導電ネットワーク層 3 0 のはめ込まれた一部は、電気的活物質層 2 0 内の電気的活物質、結着材及び他の外添材と混合され、それによって、電気的活物質層 2 0 内に、低密度の多孔性の導電ネットワーク層 3 0 B が提供される。

## 【 0 0 5 9 】

この場合、加圧工程前の多孔性の導電ネットワーク層 3 0 の密度と比較する時、前記加圧工程により、電気的活物質層 2 0 上の多孔性の導電ネットワーク層 3 0 A の密度は、ラミネーティング時の多孔性の導電ネットワーク層 3 0 の密度よりも高く、電気的活物質層 2 0 内にはめ込まれた多孔性の導電ネットワーク層 3 0 B の密度は、それに比べて低い。このように、本発明の実施形態によれば、電気的活物質層 3 0 の表面上と、その近辺の内部での多孔性の導電ネットワーク層 3 0 の密度に差がある。

## 【 0 0 6 0 】

図4Aは、本発明の他の実施形態による電極組立体200を示す断面図であり、図4Bは、本発明の他の実施形態による電極組立体200の製造方法を示す断面図である。

【0061】

図4Aを参照すれば、電極組立体200は、集電体10と電気的活物質層20との間に積層され、電気的活物質層20の内部に一部がはめ込まれた基底多孔性の導電ネットワーク層40をさらに含むことを除いては、図1Aに示した電極組立体100と同様である。

【0062】

基底多孔性の導電ネットワーク層40は、金属発泡体、炭素繊維、金属長繊維層、またはそれらの組み合わせであり、望ましくは、金属長繊維層または炭素繊維であり、より望ましくは、金属長繊維層である。前記金属長繊維層は、不織布構造を有する。基底多孔性の導電ネットワーク層40は、前述したように、加圧工程によって、電気的活物質層20の内部に一部または全部がはめ込まれる。

10

【0063】

基底多孔性の導電ネットワーク層40の一部のみが電気的活物質層20の内部にはめ込まれた場合、集電体10と電気的活物質層20の間には、高密度の多孔性の導電ネットワーク層40Aが存在し、基底多孔性の導電ネットワーク層40のはめ込まれた一部は、電気的活物質層20内の電気的活物質、結着材及び他の外添材と混合され、低密度の多孔性の導電ネットワーク層40Bが提供される。基底多孔性の導電ネットワーク層40のはめ込まれた一部によって、基底多孔性の導電ネットワーク層40と電気的活物質層20の機械的結合が確保され、電気的活物質層20の内部抵抗が減少する。

20

【0064】

前記金属長繊維は、例えば、ステンレス鋼、アルミニウム、ニッケル、チタン及び銅またはそれらの合金のうちいずれか一つ、またはそれらの組み合わせを含む。上述の不織布構造は、複数の金属長繊維の繊維的性質を用いて、それらが曲がったり、互いにもつれたり、交絡工程により形成された多孔性の繊維構造体である。

【0065】

上述の多孔性の導電ネットワーク層30と同様に、基底多孔性の導電ネットワーク層40を構成する前記金属長繊維は、セグメント化されたものであり、セグメント化された前記金属長繊維の平均長さは、10 $\mu$ mないし100mmの範囲内である。また、前記金属長繊維は、1 $\mu$ mないし50 $\mu$ mの範囲内の厚さを有する。望ましくは、前記金属長繊維は、1 $\mu$ mないし10 $\mu$ mの厚さを有する。金属長繊維の厚さが1 $\mu$ m以下である場合には、前記金属長繊維の強度が弱く、交絡によるもつれ過程で容易に切断され、導電ネットワークを形成することが困難である。また、金属長繊維の厚さが10 $\mu$ m以上である場合には、その厚さが厚く、電気的活物質層の内部にはめ込まれることが困難であり、それによって、電極の厚さが増大して、正極と負極との間の距離が増加する。この場合、リチウムイオンの移動において、内部抵抗の増加をもたらす。

30

【0066】

図4Bを参照すれば、電極組立体200を提供するために、集電体10上に電気的活物質のスラリー層20Lを塗布する前に、集電体10上に基底多孔性の導電ネットワーク層40Lを形成する。次いで、図3B及び図3Cを参照して説明したように、基底多孔性の導電ネットワーク層40L上に、電気的活物質のスラリー層20Lを塗布し、再び電気的活物質のスラリー層20L上に、多孔性の導電ネットワーク層30Lを積層する。

40

【0067】

次いで、多孔性の導電ネットワーク層30Lが積層された結果物を乾燥させ、図3Dに示すように、ロールプレスのような加圧器を用いて、前記結果物を加圧することで、電気的活物質層20(図4A)の内部に、多孔性の導電ネットワーク層30の一部30Bと、基底多孔性の導電ネットワーク層40の一部40Bとがはめ込まれた電極組立体200が製造される。

【0068】

図5は、本発明のさらに他の実施形態による電極組立体300を示す断面図である。

50

## 【0069】

図5を参照すれば、電極組立体300は、第2電気的活物質層50と、第2多孔性の導電ネットワーク層60とをさらに含む複数の積層構造を有することを除いては、図4Aに示した電極組立体200と同様である。第2電気的活物質層50は、第1電気的活物質層20と接する第1多孔性の導電ネットワーク層30の主面と反対側の主面上に積層される。

## 【0070】

一部の実施形態において、基底多孔性の導電ネットワーク層40及び/または第2多孔性の導電ネットワーク層60は省略してもよい。この場合、電気的活物質層20, 50の内部に、多孔性の導電ネットワーク層30が完全にはめ込まれた電極組立体の構造が得られる。はめ込まれた多孔性の導電ネットワーク層30は、中間電極層として動作する。

10

## 【0071】

製造方法の面で、電極組立体300の電気的活物質層20, 50は、前述したように、スラリー形態に提供され、前記スラリーを乾燥させる前に、多孔性の導電ネットワーク層30, 60を積層する。次いで、加圧工程によって、電気的活物質層20, 50の内部に、多孔性の導電ネットワーク層30, 60の一部がはめ込まれる。それによって、電極組立体300内には、高密度の多孔性の導電ネットワーク層30A, 40A, 60Aと、低密度の多孔性の導電ネットワーク層30B, 40B, 60Bとが提供される。

## 【0072】

他の実施形態において、前記スラリーの乾燥工程は、積層順序によって順次に行われる。例えば、第1電気的活物質層20を形成するためのスラリー層と、第1多孔性の導電ネットワーク層30とを連続的に積層した後、それらを乾燥させ、加圧工程を行うことで、第1多孔性の導電ネットワーク層30の少なくとも一部を、第1電気的活物質層20内にはめ込める。次いで、第1多孔性の導電ネットワーク層30上に第2電気的活物質層50を形成するためのスラリー層と、第2多孔性の導電ネットワーク層60とを連続的に積層し、加圧工程を行うことで、第2電気的活物質層50内に第2多孔性の導電ネットワーク層60をはめ込める。その時、第1多孔性の導電ネットワーク層30も、第2電気的活物質層50内にはめ込まれる。

20

## 【0073】

上述の実施形態によれば、複数の電気的活物質層20, 50を積層して、活物質層の厚さを増大させ、充放電容量を増加させつつも、中間電極として機能する多孔性の導電ネットワーク層30, 60によって、全体の電気的活物質層の厚さ分割効果が提供され、電極組立体300の内部抵抗が減少し、充電及び放電速度並びに効率が改善される。集電層10を除いた全体の電極組立体の厚さは、300 $\mu$ mないし600 $\mu$ mである。

30

## 【0074】

図6は、本発明の一実施形態による電極組立体を用いた電池1000を示す分解図である。

## 【0075】

図6を参照すれば、電池1000は、一般的な円筒状電池である。電池反応面積を増大させるために、上述の電極組立体を用いたカソード及びアノード100A, 100Bは、交互に形成されたロール構造であって、ハウジング800内にパッケージングされる。電極組立体100A, 100Bの一端部には、タップ150A, 150Bがそれぞれ結合される。タップ150A, 150Bは、繰り返して一定の間隔で複数個配列されて抵抗を最小化することができる。

40

## 【0076】

電極組立体100A, 100Bは、上述の好適な極性による集電層10a, 10bと、当該極性を有する電気的活物質層及び多孔性の導電ネットワーク層を含む活性電極層15a, 15bとを含む。活性電極層15a, 15bは、それぞれ集電層10の両主面上に積層される。カソードとアノード100A, 100Bの絶縁のために、それらの電極100A, 100Bの間に分離膜500が配置される。

## 【0077】

50

分離膜500は、例えば、ポリマー系微細多孔膜、織布、不織布、セラミック、真性固体高分子電解質膜、ゲル固体高分子電解質膜またはそれらの組み合わせである。前記真性固体高分子電解質膜は、例えば、直鎖ポリマー材料または仮橋ポリマー材料を含む。前記ゲル高分子電解質膜は、例えば、塩を含む可塑剤入りポリマー、フィラー入りポリマー、または純粋なポリマーのうちいずれか一つまたはそれらの組み合わせである。前記固体電解質層は、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリイミド、ポリスルホン、ポリウレタン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリエチレンオキシド、ポリプロピレンオキシド、ポリブタジエン、セルロース、カルボキシメチルセルロース、ナイロン、ポリアクリロニトリル、ポリフッ化ビニリデン、ポリテトラフルオロエチレン、フッ化ビニリデンとヘキサフルオロプロピレンの共重合体、フッ化ビニリデンとトリフルオロエチレンの共重合体、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンの共重合体、ポリメチルアクリレート、ポリエチルアクリレート、ポリエチルアクリレート、ポリメチルメタクリレート、ポリエチルメタクリレート、ポリブチルアクリレート、ポリブチルメタクリレート、ポリビニルアセテート、及びポリビニルアルコールのうちいずれか一つまたはそれらの組み合わせからなる高分子マトリックス、添加剤及び電解液を含む。上述の分離膜500に関して列挙した材料は、例示的であり、分離膜500として、形状の変化が容易であり、機械的強度に優れるので、電極組立体100a, 100bが変形されても、破れたり、裂けることがない任意の好適な電子絶縁性を有し、かつ優秀なイオン伝導性を有する材料が選択される。

10

## 【0078】

20

分離膜500は、単層膜または多層膜であり、前記多層膜は、同一単層膜の積層体であってもよいし、異なる材料で形成された単層膜の積層体であってもよい。例えば、前記積層体は、ポリオレフィンのような高分子電解質膜の表面に、セラミックコーティング膜を含む構造を有してもよい。分離膜500の厚さは、耐久性、ショットダウン機能及び電池の安全性を考慮すれば、10 $\mu$ mないし300 $\mu$ mであり、望ましくは、10 $\mu$ mないし40 $\mu$ mであり、より望ましくは、10 $\mu$ mないし25 $\mu$ mである。

## 【0079】

電池1000は、電極組立体100a, 100bにそれぞれ結合されたタップ150A, 150Bを通じて、外部電極端子600, 700に電氣的に連結される。ハウジング800内では、水酸化カリウム(KOH)、臭化カリウム(KBr)、塩化カリウム(KCl)、塩化亜鉛(ZnCl<sub>2</sub>)及び硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)のような塩を含む好適な水系電解液、またはLiClO<sub>4</sub>, LiPF<sub>6</sub>などのリチウム塩を含むエチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネートのような非水系電解液が、電極組立体100a, 100b及び/または分離膜500に吸湿されて、電池1000が完成される。図示していないが、電池1000の使用中の安定性及び/または電力供給特性を制御するための好適な電池運用システムがさらに結合されてもよい。

30

## 【0080】

上述の電極組立体は、例示された円筒状電池以外に、電池の容量調節のために、その体積が多様に選択される。また、本発明の実施形態によれば、多孔性の導電ネットワークが有する成形の容易性のために、積み、曲げ及び巻きのような方法により三次元的に変形されて、上述の円筒状電池ではない他の多様な形状を有する電池が提供される。

40

## 【0081】

また、本発明の実施形態による電池は、服、かばんなどに付着されたり、服及びかばんの布地と一体になる小型電池として応用されてもよいし、高容量化及び/または高出力ができるので、自動車の動力源または電力の保存のための中大型電池として応用されてもよい。

## 【0082】

図7は、本発明の一実施形態による複数の充電段階を含む充電方法を示すグラフである。

## 【0083】

図7を参照すれば、電池は、例えば、4段階によって充電が行われる。使われた電池は、

50

図1を参照して説明した本発明の一実施形態による電極組立体の構造を有する半分電池である。

【0084】

最初の段階P1では、60C-rateで充電し、1分間公称容量の35%が充電された。次の段階P2では、20C-rateで1分30秒間充電した結果、65%の容量が充電された。次の段階P3では、5C-rateで3分間充電した結果、85%の容量が充電された。最後の段階P4では、1C-rateで7分間充電し、公称容量の100%に近い97%まで電池の充電を行った。

【0085】

本実施形態によれば、総所要時間12分30秒に公称容量の97%を充電できるので、充電時間を短縮できる。上述の実施形態は、4段階に分けて充電を行っているが、これは例示的であり、本発明がこれに制限されるものではない。例えば、充電段階は、2段階、3段階、または5段階以上に分けられ、C-rateを次第に減少させつつ行われてもよい。また、初期の高速充電段階のC-rateは、100C-rate以下の任意の値で行われ、最後の低速充電段階のC-rateは、0.1rate以上の任意の値で行われる。

10

【0086】

このように、C-rateを減少させつつ、複数回に分けて残留容量を充電することは、公称容量に最大限近接した値を有するように充電しつつも、充電所要時間を短縮できるというメリットがある。当該充電方法は、ソフトウェア的に、ハードウェア的に、またはそれらが組み合わされて達成され、上述の電池運用システムを通じて具現される。

20

【0087】

上述の実施形態は、充電方法への面で説明しているが、放電方法の場合にも同様に実施される。すなわち、電池の放電を複数回に分けて実施する。例えば、初期の放電段階では、C-rateを高くし、次第にC-rateを減少させつつ、複数の段階を通じて放電を行う。このように、放電段階を行えば、早い時間に電池から高いエネルギーが得られる。

【0088】

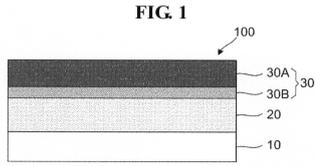
上述の充放電特徴は、スマートグリッドシステムに結合され、効率的な電力管理システムを具現できる。例えば、原子力、太陽電池、水力発電などの多様な電力源、または工場及び家庭などの多様な電力消費先の負荷特性に関係なく、一つの電池で電力の保存と放出を運用可能にする。

30

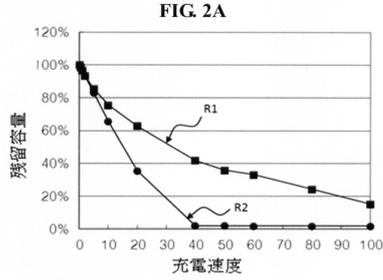
【0089】

以上で説明した本発明は、上述の実施形態及び添付された図面に限定されず、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲内で、色々な置換、変形及び変更が可能であるということは、当業者にとって明らかである。

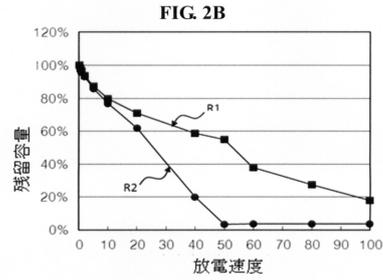
【図1】



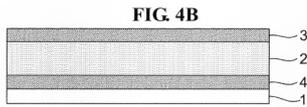
【図2A】



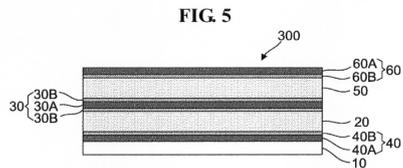
【図2B】



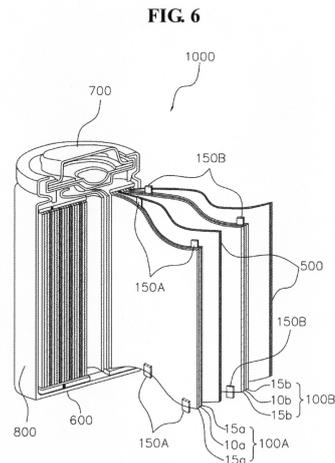
【図4B】



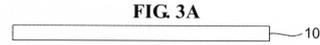
【図5】



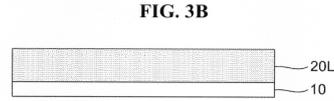
【図6】



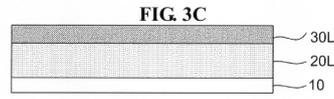
【図3A】



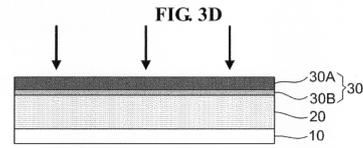
【図3B】



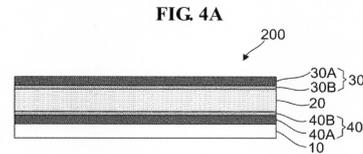
【図3C】



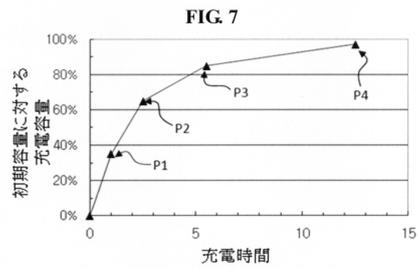
【図3D】



【図4A】



【図7】



---

 フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
H 0 1 M	4/74	(2006.01)	H 0 1 M	4/74	C
H 0 1 M	10/44	(2006.01)	H 0 1 M	10/44	A

審査官 高 橋 真由

(56)参考文献 特開2006-286427(JP,A)  
 国際公開第2010/137415(WO,A1)  
 特開2007-048717(JP,A)  
 特開2004-360160(JP,A)  
 特開平11-097074(JP,A)  
 特開2005-318790(JP,A)  
 国際公開第2010/035605(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 M 4 / 1 3  
 H 0 1 M 4 / 1 3 9  
 H 0 1 M 4 / 0 2  
 H 0 1 M 4 / 0 4  
 H 0 1 M 4 / 6 6  
 H 0 1 M 4 / 7 0  
 H 0 1 M 4 / 7 2  
 H 0 1 M 1 0 / 4 4